



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001127663 A**(43) Date of publication of application: **11.05.01**

(51) Int. Cl.

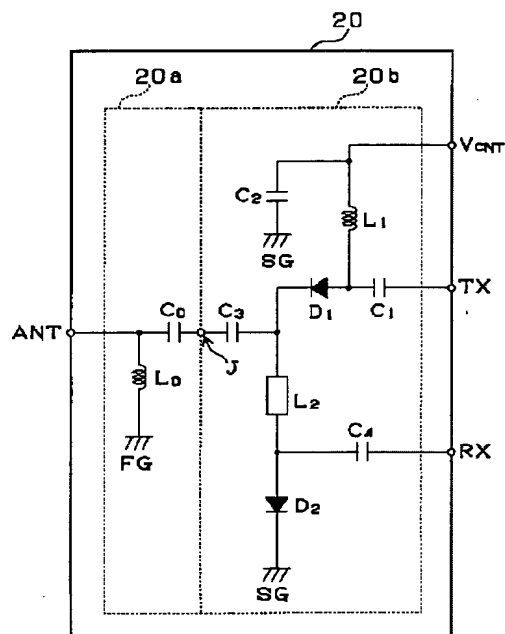
**H04B 1/40****H04B 1/04****H04B 1/18****H05F 3/02**(21) Application number: **11308079**(71) Applicant: **NGK SPARK PLUG CO LTD**(22) Date of filing: **29.10.99**(72) Inventor: **HAYAKAWA TOSHITAKA**(54) **STATIC ELECTRICITY PROTECTION CIRCUIT**

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a static electricity protection circuit that can protect a circuit network in a circuit module from static electricity without affecting adversely miniaturization and weight reduction of a mobile communication unit.

**SOLUTION:** In an antenna switch 20 to which the static electricity protection circuit 20 is applied, the static electricity protection circuit 20a built in the antenna switch 20 comprises a capacitor C0 that is connected between an antenna terminal ANT, to which an antenna is electrically connected, and an input output terminal J of a switch circuit 20b and of an inductor L0 connected between the antenna terminal of the capacitor C0 and a case grounding FG. The inductor L0 and the capacitor C0 block intrusion of AC and DC components of at least a frequency lower than a communication frequency of the mobile phone. Since the static electricity intruding from the antenna escapes to the case grounding FG at the pre-stage of the switch circuit 20b, the static electricity can be blocked against the switch circuit 20b.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-127663

(P2001-127663A)

(43) 公開日 平成13年5月11日 (2001.5.11)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーム\* (参考)

H 0 4 B 1/40

H 0 4 B 1/40

5 G 0 6 7

1/04

1/04

N 5 K 0 1 1

1/18

1/18

G 5 K 0 6 0

H 0 5 F 3/02

H 0 5 F 3/02

K 5 K 0 6 2

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平11-308079

(22) 出願日

平成11年10月29日 (1999. 10. 29)

(71) 出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号

(72) 発明者 早川 俊高

名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊  
陶業株式会社内

(74) 代理人 100095795

弁理士 田下 明人 (外 1 名)

F ターム (参考) 5G067 AA53 DA02 DA40

5K011 DA02 DA22 DA27 JA01 KA11

5K060 BB02 CC04 CC12 DD04 HH11

HH39 JJ03 JJ04 JJ23

5K062 AB15 AC01 AE04 BA03 BB03

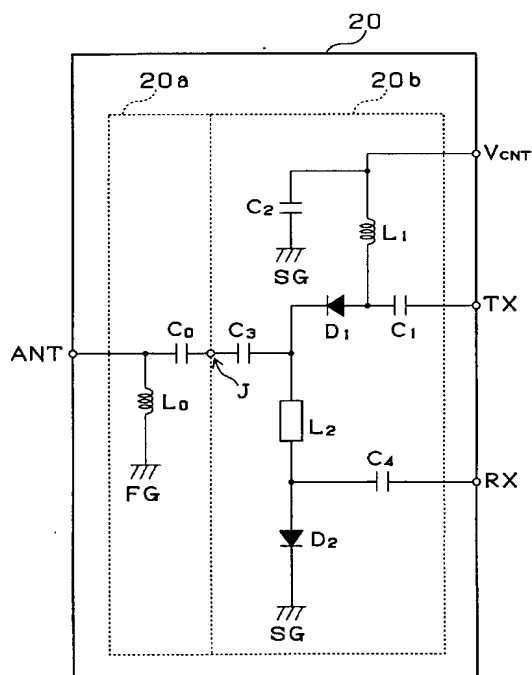
BB09 BC03

(54) 【発明の名称】 静電気保護回路

(57) 【要約】

【課題】 移動体通信機の小型軽量化を妨げることなくして、回路モジュール内の回路網を静電気から保護し得る静電気保護回路を提供する。

【解決手段】 静電気保護回路 20 a を適用したアンテナスイッチ 20 によると、アンテナスイッチ 20 に内蔵される静電気保護回路 20 a は、アンテナが電氣的に接続されるアンテナ端子 ANT とスイッチ回路 20 b の入出力端子 J との間に接続されるコンデンサ C0 と、このコンデンサ C0 のアンテナ端子 ANT 側に一端側と筐体接地 FG との間に接続されるインダクタ L0 と、から構成されており、インダクタ L0 およびコンデンサ C0 により、携帯電話機の通信周波数よりも少なくとも低い周波数の交流成分および直流成分の通過を阻止する。これにより、アンテナ側から侵入した静電気を、スイッチ回路 20 b の前段で筐体接地 FG 側に逃がすことができるので、スイッチ回路 20 b に侵入する静電気を阻止できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 移動体通信機のアンテナに接続される回路モジュール内の回路網を静電気から保護する静電気保護回路であって、

前記回路モジュールに前記アンテナが接続されるアンテナ接続側と前記回路網に通信信号が入力または出力される信号入出力端子との間に接続され、前記回路モジュールに内蔵されるコンデンサと、

前記アンテナ接続側に接続される前記コンデンサの一端側と接地との間に接続され、前記回路モジュールに内蔵されるインダクタとを備え、

前記インダクタおよび前記コンデンサにより、前記移動体通信機の通信周波数よりも少なくとも低い周波数の交流成分および直流成分の通過を阻止することを特徴とする静電気保護回路。

【請求項 2】 前記接地は、前記回路網の接地と直流的に絶縁されていることを特徴とする請求項 1 記載の静電気保護回路。

【請求項 3】 前記インダクタおよび前記コンデンサは、前記移動体通信機の通信信号の通過を許容するバンドパスフィルタの少なくとも一部を構成することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の静電気保護回路。

【請求項 4】 前記回路モジュールは、多層基板により構成され、

前記インダクタまたは前記コンデンサの少なくとも一方は、前記多層基板による積層構造により構成されることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか一項に記載の静電気保護回路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、移動体通信機、例えば携帯電話機、簡易型携帯電話機等のアンテナに接続される回路モジュールを静電気から保護する静電気保護回路に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、携帯電話機や簡易型携帯電話機（いわゆる PHS）を代表とする移動体通信機器の軽薄短小化はめざましく、その多くは衣服等のポケットに入れて持ち歩いても違和感を感じないほどに向上している。そのため、携帯電話機等を衣服のポケットやハンドバック等の中に入れて持ち歩くスタイルは、その利用者にとっては日常化しており、上着の内ポケットやハンドバックから携帯電話機等を取り出して電話をかける風景はよく見かけるところである。

【0003】ところで、合成繊維と乾燥した雰囲気とが結びつくと静電気が発生しやすいことから、特に、空気の乾燥しやすい季節（秋、冬）に衣類等が互いに擦れ合う場合や自動車の座席から降りる場合等に静電気が起きることが日常的な経験により知られている。この

ような場合に発生する静電気の電圧は十数 kV にも達するため、衣服等のポケットに入れた携帯電話機等のアンテナに直接、静電気が飛び込むと、携帯電話機等の故障原因につながるおそれがある。即ち、アンテナから携帯電話機等内に侵入した静電気が、内部の回路モジュールの性能を劣化させ得るのである。

【0004】そのため、このような問題を解決するものとして、特開平 6-112850 号公報に開示される静電気保護回路がある。この静電気保護回路では、アンテナと回路モジュール（送信用高周波増幅回路）との間に使用周波数の (1/4) 波長共振器を挿入することで、この (1/4) 波長共振器は使用周波数の信号に対してはインピーダンスがほぼ無限大で回路モジュールには影響を与えず、一方、直流に対してはインピーダンスがほぼ 0 であることから、アンテナに静電気による高電圧が印加されても、その電荷は (1/4) 波長共振器を通して接地側へ流れ、回路モジュールの破損を免れるというものである。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述した特開平 6-112850 号公報に開示される静電気保護回路によると、(1/4) 波長共振器は、無損失分布定数線路（例えばマイクロストリップライン）と、これに並列接続された可変コンデンサとから構成される。そのため、これらから構成される (1/4) 波長共振器を設けるためのスペースを確保する必要が生ずることから、静電気保護回路を構成する回路部品の大きさ自体が前述した携帯電話機等の小型軽量化を妨げるという問題がある。

【0006】本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、移動体通信機の小型軽量化を妨げることなくして、回路モジュール内の回路網を静電気から保護し得る静電気保護回路を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項 1 の静電気保護回路では、移動体通信機のアンテナに接続される回路モジュール内の回路網を静電気から保護する静電気保護回路であって、前記回路モジュールに前記アンテナが接続されるアンテナ接続側と前記回路網に通信信号が入力または出力される信号入出力端子との間に接続され、前記回路モジュールに内蔵されるコンデンサと、前記アンテナ接続側に接続される前記コンデンサの一端側と接地との間に接続され、前記回路モジュールに内蔵されるインダクタとを備え、前記インダクタおよび前記コンデンサにより、前記移動体通信機の通信周波数よりも少なくとも低い周波数の交流成分および直流成分の通過を阻止することを技術的特徴とする。

【0008】また、請求項 2 の静電気保護回路では、請求項 1 において、前記接地は、前記回路網の接地と直流的に絶縁されていることを技術的特徴とする。

【0009】さらに、請求項 3 の静電気保護回路では、

請求項1または2において、前記インダクタおよび前記コンデンサは、前記移動体通信機の通信信号の通過を許容するバンドパスフィルタの少なくとも一部を構成することを技術的特徴とする。

【0010】さらにまた、請求項4の静電気保護回路では、請求項1～3のいずれか一項において、前記回路モジュールは、多層基板により構成され、前記インダクタまたは前記コンデンサの少なくとも一方は、前記多層基板による積層構造により構成されることを技術的特徴とする。

【0011】請求項1の発明では、移動体通信機のアンテナに接続される回路モジュールのアンテナ接続側とこの回路モジュール内の回路網の信号入出力端子との間に接続されるコンデンサと、このコンデンサのアンテナ接続側の一端側と接地との間に接続されるインダクタとを回路モジュールに内蔵し、これらのインダクタおよびコンデンサにより、移動体通信機の通信周波数よりも少なくとも低い周波数の交流成分および直流成分の通過を阻止する。即ち、回路モジュールに内蔵するインダクタおよびコンデンサによって通信周波数よりも少なくとも低い周波数の交流成分および直流成分の通過を阻止するハイパスフィルタを構成する。これにより、アンテナから回路モジュール内に静電気が侵入しても、静電気の直流成分および通信周波数よりも低い周波数の交流成分を、インダクタにより接地側に逃がすとともにコンデンサにより回路モジュールの回路網側への侵入を阻止することができる。

【0012】請求項2の発明では、インダクタの接続される接地は、回路網の接地と直流的に絶縁されていることから、インダクタを通して逃げた静電気の直流成分および通信周波数よりも低い周波数の交流成分が、回路網の接地を介して回路網側に回り込むことを防止することができる。

【0013】請求項3の発明では、回路モジュールに内蔵されるインダクタおよびコンデンサは、少なくとも移動体通信機の通信信号の通過を許容するバンドパスフィルタの一部を構成することから、このバンドパスフィルタによって通信周波数よりも高い周波数の交流成分の通過をも阻止することができる。

【0014】請求項4の発明では、回路モジュールに内蔵されるインダクタまたはコンデンサの少なくとも一方は、回路モジュールを構成する多層基板の積層構造により構成されることから、これらのインダクタおよびコンデンサを追加したことによる回路モジュール自体の大型化を抑制することができる。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の静電気保護回路を携帯電話機のアンテナスイッチに適用した一実施形態について図1～図12を参照して説明する。まず、アンテナスイッチ20を適用した携帯電話機の構成を図2に基

づいて説明する。図2に示す携帯電話機は、通信周波数に880～915MHz帯を使用し、その無線部は、主に、送信部60、受信部70、アンテナ80、アンテナスイッチ20等から構成される。なお、図2には示さないが、携帯電話機はこの無線部の他に、マイクロコンピュータを中心としたデジタル回路により構成される制御部や、二次電池、電源回路等から構成される電源部等を有する。

【0016】送信部60は、無線送信周波数（880～915MHz帯）の高周波を発生可能な電圧制御型発振器（以下「送信用VCO」という。）62、この送信用VCO62から発生した高周波信号と変調器等から入力された源信号と混合し出力するミキサ63、このミキサ出力を電力増幅する送信アンプ66、この送信アンプ66の出力から無線送信周波数（915MHz帯）よりも高い周波数成分を除去する低域通過フィルタ（以下「LPF」という。）68、および、入出力を平衡線路とする送信アンプ66に対し平衡・不平衡の入出力変換を行うバラン64から構成される。送信部60から出力された高周波信号は、アンテナスイッチ20を介してアンテナ80側に振り分けられアンテナ80から空間に放射される。

【0017】受信部70は、アンテナ80により受信した高周波信号をアンテナスイッチ20を介して取り込み必要な周波数成分の通過を許容する帯域通過フィルタ（以下「BPF」という。）71、BPF71の出力信号を増幅する受信アンプ73、この受信アンプ73の出力から無線受信周波数（925～960MHz帯）より所定周波数だけシフトした高周波を発生可能な電圧制御型発振器（以下「受信用VCO」という。）76、この受信用VCO76から発生した高周波信号と受信アンプ73の出力とを混合し所定周波数の信号波を復調器に出力するミキサ78、および、入出力を平衡線路とするミキサ78に対し平衡・不平衡の入出力変換を行うバラン74から構成される。受信部70によって所定周波数に変換された信号波は、復調器等に入力されて音声帯域信号、デジタル信号等に復調される。

【0018】このように本実施形態に係る静電気保護回路を内蔵したアンテナスイッチ20は、アンテナ80により受信した高周波信号を送信部60側に与えることなく、受信部70側に送り込む一方で、送信部60により送信する高周波信号を受信部70側に与えることなく、アンテナ80に送り出して空中に放射するという、伝送路を通過する高周波信号の振り分けを行う機能を有するものである。

【0019】次にアンテナスイッチ20の構成を図1、図3～図5等に基づいて説明する。図1に示すように、アンテナスイッチ20は、静電気保護回路20aとスイッチ回路20bとから構成されている。静電気保護回路20aは、アンテナ80が電氣的に接続されるアンテナ

端子ANT（アンテナ接続側）とスイッチ回路20bの入出力端子Jとの間に接続されるコンデンサC0と、このコンデンサC0のアンテナ端子ANT側に一端側と筐体接地FGとの間に接続されるインダクタL0と、から構成されており、アンテナ80側から侵入した静電気を、回路網としてのスイッチ回路20bの前段で筐体接地FG側に逃がし、スイッチ回路20bに侵入することを阻止しようとするものである。

【0020】つまり、静電気の周波数成分はその大部分が直流成分あるいは比較的周波数の低い交流成分であることが知られているため、インダクタL0とコンデンサC0とにより高域通過フィルタ（以下「HPF」という。）を構成することで、後段のスイッチ回路20bにまで静電気が侵入することを阻止するのである。ここで、インダクタL0は、コンデンサC0よりもアンテナ80側に位置させることにより、アンテナ80側から侵入した静電気をコンデンサC0よりもアンテナ80側で筐体接地FG側に逃がす構成を採る。これにより、コンデンサC0をインダクタL0よりもアンテナ80側に位置させて構成したHPFに較べて、静電気エネルギーがコンデンサC0に蓄えられることがないため、静電気によるコンデンサC0の破壊を防ぐことができる。また、この筐体接地FGは、後述するスイッチ回路20bの接地、即ち信号接地SGと直流的に絶縁されている。これにより、インダクタL0を通して逃げた静電気が、静電気保護回路20aの筐体接地FGを介してスイッチ回路20b側に回り込むことを防止することができる。したがって、アンテナスイッチ20内のスイッチ回路20bを静電気からより確実に保護し得る効果もある。

【0021】また、インダクタL0とコンデンサC0とから構成されるHPFによる減衰量が3dBに達する周波数（以下「低域遮断周波数」という。） $f_{CL}$ は、例えば携帯電話機の通信周波数が915MHzのときには、90MHz前後に設定される（図10(A)参照）。このようにHPFによる低域遮断周波数 $f_{CL}$ を通信周波数の半分以下、あるいは $1/10$ 以下に設定することによって、設計時または製品試作時にHPF、即ち静電気保護回路20aの低域遮断周波数 $f_{CL}$ を設定すれば、製品量産時に個々に当該周波数の調整を行う必要がない。これにより、調整可能な機構を有する部品、例えば可変コンデンサ等をコンデンサC0に用いる必要がないので、静電気保護回路20aによるアンテナスイッチ20の大型化を抑制するとともに調整箇所を増加を防ぐことができる。したがって、携帯電話機の小型軽量化を妨げることなく、しかも調整工数の増加を招来せずにスイッチ回路20bを静電気から保護し得る効果がある。

【0022】図1に示すように、スイッチ回路20bは、結合コンデンサC1、C3、C4、バイパスコンデンサC2、チョークコイルL1、インダクタL2、高周波スイッチングダイオードD1、D2の回路素子から構

成されている。つまり、送信部70に接続される端子TXと静電気保護回路20aに接続される端子Jとの間の伝送経路については、端子VCNTに制御電圧を加えることによって、端子TXに接続される結合コンデンサC1から端子Jに接続される結合コンデンサC3までが高周波スイッチングダイオードD1を介して交流的に確立されるとともに、結合コンデンサC3に接続されるインダクタL2の高周波スイッチングダイオードD2側が交流的にも低インピーダンスになるように、結合コンデンサC1、C3、インダクタL2、高周波スイッチングダイオードD1、D2の回路素子が接続される。一方、受信部60に接続される端子RXと静電気保護回路20aに接続される端子Jとの間の伝送経路については、端子VCNTに印加される制御電圧が断たれることによって、結合コンデンサC3に接続されるインダクタL2の高周波スイッチングダイオードD2側が高インピーダンスになるため、結合コンデンサC3からインダクタL2を介して端子RXに接続される結合コンデンサC4までが交流的に確立されるとともに、結合コンデンサC1から結合コンデンサC3までの伝送経路が高周波スイッチングダイオードD1により遮断されるように、結合コンデンサC1、C3、C4、インダクタL2、高周波スイッチングダイオードD1、D2の回路素子が接続される。なお、チョークコイルL1は端子VCNT側に高周波信号が流れ込まないように阻止するインダクタで、バイパスコンデンサC2は端子VCNT側に飛び込んだ高周波信号を信号接地SGに逃がすためのコンデンサである。

【0023】このようにスイッチ回路20bを構成することによって、端子VCNTに制御電圧が印加されると、チョークコイルL1を介して高周波スイッチングダイオードD1、D2に順方向電圧が印加されるところ、端子TXから結合コンデンサC1、高周波スイッチングダイオードD1、結合コンデンサC3までの伝送経路が交流的に確立されるとともに、高周波スイッチングダイオードD2側のインダクタL2の一端が交流的にも信号接地SGに接続されるので、端子TXから入力された送信部60による高周波信号は、端子RX側に導かれることなく結合コンデンサC3および静電気保護回路20aを介してアンテナ端子ANTに接続されたアンテナ80から空間に放射される。

【0024】一方、端子VCNTに印加されていた制御電圧が切断されると、チョークコイルL1を介して印加されていた高周波スイッチングダイオードD1、D2の順方向電圧が断たれるところ、端子TXから結合コンデンサC1、高周波スイッチングダイオードD1、結合コンデンサC3までの伝送経路が交流的に遮断されるとともに、高周波スイッチングダイオードD2側のインダクタL2の一端が高インピーダンスになるので、端子Jから入力された受信信号は、端子TX側に導かれることなく結合コンデンサC3、インダクタL2および結合コンデ

ンサC4を介して端子RXに接続された受信部60に伝送される。

【0025】したがって、端子TXから端子Jまでの伝送経路および端子Jから端子RXまでの伝送経路を確立または遮断する高周波スイッチングダイオードD1、D2がスイッチ回路20bの要となるが、高周波スイッチングダイオードD1、D2は半導体により構成される。そのため、静電気による十数kVの高電圧には極めて弱く、静電気の印加によって、逆方向特性の劣化や素子自体の破壊につながるが多い。そこで、前述した静電気保護回路20aをスイッチ回路20bのアンテナ端子ANT側前段に位置させることによって、携帯電話機のアンテナ80から飛び込んだ静電気がアンテナ端子ANTを経由してアンテナスイッチ20に侵入しても、静電気の直流成分および所定周波数以下の交流成分を、静電気保護回路20aのインダクタL0により筐体接地FG側に逃がすとともにコンデンサC0によりスイッチ回路20b側への侵入を阻止することができる。したがって、本実施形態においては、携帯電話機の小型軽量化を妨げることなくして、アンテナスイッチ20内のスイッチ回路20bを静電気から保護し得る効果がある。

【0026】ここで、アンテナスイッチ20を多層基板に実装した一例を図3～図5に基づいて説明する。図3に示すように、アンテナスイッチ20は、例えば14層のガラスセラミック基板（以下「基板」という。）22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35を積層したセラミック積層構造からなり、例えば誘電体セラミックシートを積層し、低温焼結することにより形成される。なお、図4および図5には、積層構造を展開した様子が示されている。

【0027】図4および図5に示すように、アンテナスイッチ20を構成する基板は、コンデンサC1、C3、C4、インダクタL0、L1等の部品が実装される面側から順に配線パターン22a、アースパターン22b、22cを形成する基板22が位置し、その下に基板22からのパイアホール41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51を形成する基板23、24がそれぞれ位置する。またこの基板24の下にベタアースのパターン25aを形成する基板25が位置し、その下に基板22、23、24、25からのパイアホール41、42、43、44、45、46、47、48、49、51を形成する基板26、さらにはインダクタL2のパターン27a、28aをもそれぞれ形成する基板27、28が、それぞれ位置する。そして、基板28の下に基板22、23、24、25、26、27、28からのパイアホール41、42、43、44、45、46、47、48、49、51、52、53等を形成する基板29、30、31、32、さらにコンデンサC0の電極パターン33aとその対向電極の役割も果たすベ

タアースのパターン34aをそれぞれ形成する基板33、34がそれぞれ位置し、最下層に基板35が位置する。なお、基板22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35に形成されるパイアホール41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53は図4および図5において黒丸と破線により示されている。

【0028】最下層に位置する基板35には、アンテナスイッチ20を携帯電話機を構成する基板に実装する必要から、電極部35a、35b、35c、35d、35e、35f、35g、35h、35i、35jが設けられており、平面周囲の形状が凹凸に形成されている。そして、電極部35aは端子TX、電極部35b、35d、35f、35h、35i、35jは信号接地SGまたは筐体接地FG、電極部35cは端子RX、電極部35eは端子VCNT、電極部35gはアンテナ端子ANTにそれぞれに対応する。また基板32、33、34の平面形状は、基板35の平面形状に適合させることにより、これらの電極部35a～35jに接続される内部配線23a、30a、32a、32c、32d、32f、32g、32h、32i、32j等を可能にしている。

【0029】なお、図4および図5に示すように、インダクタL2およびコンデンサC2は多層基板による積層構造によって構成されるが、インダクタL0やコンデンサC0においてもインダクタL2およびコンデンサC2と同様に、多層基板により積層して構成しても良い。これにより、インダクタL0およびコンデンサC0を追加したことによるアンテナスイッチ20自体の大型化を抑制することができる。したがって、携帯電話機の小型軽量化を妨げることなくして、スイッチ回路20bを静電気から保護し得る効果がある。また、アンテナスイッチ20の積層構造は、低温焼成からなるガラスセラミック基板であるから、比較的低い温度で焼成できる。これにより、導体抵抗の低い銀、銅等をパターンに使用することができる。したがって、導体抵抗の低さ、しかも高温に耐えうるパラジウム、タングステン等を用いる必要がないため、アンテナスイッチ20の製造コストをも削減し得る効果がある。

【0030】次に、静電気試験器による静電気をアンテナスイッチ20のアンテナ端子ANTに印加したときの測定結果等を図1、図6～図8に基づいて説明する。図6に示すように、アンテナスイッチ20への静電気の印加は、IEC1000-4-2:1995（静電気放電イミュニティ試験基本EMC刊行物）に準拠する測定系100により行っている。つまり、大地アースGに接続されたグランドプレーン101に1MΩの抵抗103を介してプレーン102を接続し、そのプレーン102の上にアンテナスイッチ20を取り付けた治具110を載置して入力端子110aに静電気ガン105で±16kVの静電気を所定回数印加している。なお、プレーン1

02は携帯電話機の筐体接地FGに相当し、抵抗103は人体に相当するものである。また治具110に取り付けられたアンテナスイッチ20のアンテナ端子ANTは、治具110の入力端子110aに接続され、端子TXまたは端子RXは治具110の出力端子110bに接続されている。

【0031】まず、アンテナスイッチ20のアンテナ端子ANTに静電気を印加したときに端子TXまたは端子RXに漏れ出る電圧を測定した。つまり、測定系100において、治具110の入力端子110aの先端と静電気ガン105との間で±16kVの静電気による気中放電を約30回行い、そのときに出力端子110bから漏れ出る電圧をオシロスコープ等によって測定した（サンプル数は28個）。

【0032】その結果、端子TXまたは端子RXから漏れ出る電圧の平均値は、静電気保護回路20aを備えるもので128Vであるのに対し、静電気保護回路20aを備えないものでは288Vであることがわかった。これにより、静電気保護回路20aを備えたアンテナスイッチ20では、静電気保護回路20aによりアンテナ端子ANTに侵入した静電気の一部を筐体接地FG側に逃がすことができるため端子TX等に漏れ出た電圧が一般的な半導体が静電気破壊され得る最小電圧150V以下に抑えられていることが確認された。一方、静電気保護回路20aを備えないものではそれが288Vであることから、アンテナスイッチ内の高周波スイッチングダイオード等の半導体や端子TXや端子RXの後段に接続され得る他の回路モジュール内の半導体等を静電気によって破壊し得ることも判明した。

【0033】また、図7および図8に示すように、このような静電気の印加がアンテナスイッチ20の通過特性にどのような影響を与えるかに確認した。即ち、前述した静電気印加前後のアンテナスイッチ20等の挿入損失900MHzを中心にスペクトラムアナライザで測定した。なお、図7および図8において、(A)は静電気印加前のもの、図8(B)は静電気印加後のもので、測定範囲は800MHz～1000MHzである。図7(A)、(B)からわかるように、静電気保護回路20aを備えたアンテナスイッチ20では、静電気の印加前後を問わず挿入損失は変化していない。これに対し、図8(A)、(B)から、静電気保護回路20aを備えないアンテナスイッチでは、静電気の印加前よりも静電気印加後の方が0.26dB程度の挿入損失が増加していることがわかる。これは、前述したように静電気保護回路20aを備えないものではアンテナ端子ANTから印加された静電気によって、アンテナスイッチ内の高周波スイッチングダイオードの破壊あるいは逆方向特性の劣化が生じたためであると推測される。これにより、静電気保護回路20aを備えるアンテナスイッチ20では、静電気保護回路20aがアンテナスイッチ20内の高周波スイッチングダイ

オードD1、D2を保護していることが確認された。

【0034】続いてアンテナスイッチ20を構成する静電気保護回路20aの変形例を図9に基づいて、また静電気保護回路20aに静電気を500回印加した場合における静電気信号レベルの周波数分布特性とを図10～図12に基づいて説明する。図9に示すように、静電気保護回路20aの一変形例として、静電気保護回路20aのインダクタL0およびコンデンサC0が携帯電話機の通信周波数の通過を許容するBPFの少なくとも一部を構成する静電気保護回路40aが挙げられる。つまり、静電気保護回路40aを構成するインダクタL21およびコンデンサC20が静電気保護回路20aを構成するインダクタL0およびコンデンサC0にそれぞれ対応することでHPFを形成し、その後段にコンデンサC21、C23、インダクタL20により形成するLPFを付加することによって、全体としてBPFを構成している。これにより、このBPFによって通信周波数よりも高い周波数の交流成分の通過をも阻止することができる。したがって、携帯電話機の小型軽量化を妨げることなくして、通信周波数よりも高い周波数の交流成分を持つ静電気からもアンテナスイッチ20内のスイッチ回路20bを保護し得る効果がある。

【0035】この静電気保護回路40aによるBPFの低域遮断周波数fCLは、例えば携帯電話機の通信周波数が915MHzのときには、90MHz前後に設定され、またLPFによる減衰量が3dBに達する周波数（以下「高域遮断周波数」という。）fCHは1.3GHz前後に設定される（図10(B)参照）。このようにBPFによる低域遮断周波数fCLと高域遮断周波数fCHとを通信周波数帯幅よりも余裕をもって設定することにより、設計時または製品試作時に静電気保護回路40aの低域遮断周波数fCLおよび高域遮断周波数fCHを設定すれば、製品量産時に個々に当該周波数の調整を行う必要がない。これにより、調整可能な機構を有する部品、例えば可変コンデンサ等をコンデンサC20、C21、C23に用いる必要がないので、静電気保護回路20aと同様、静電気保護回路40aによるアンテナスイッチ40の大型化を抑制するとともに調整箇所を増加を防ぐことができる。

【0036】このように構成された静電気保護回路40aの静電気阻止能力を静電気保護回路20aと比較するため、静電気保護回路20a、40aに静電気を500回印加した場合における静電気信号レベルの周波数分布特性を測定した。この測定は、スペクトラムアナライザに40dB減衰器を介して静電気保護回路20a、40aを接続し、静電気保護回路20aまたは40aのアンテナ端子ANTに+3kVの静電気による気中放電を500回繰り返すことにより行い、図11、12に示す結果は、それをスペクトラムアナライザで蓄積記録したものである。なお、両図とも(B)は、静電気保護回路20aあるいは静電気保護回路40aを介することなく、直

接、+3 kVの静電気による気中放電を行ったものである。

【0037】図11(A)に示す測定結果は、静電気保護回路20a単体に静電気を印加した場合における静電気信号レベルの周波数分布特性である。これと図11(B)とを比較すると、0 Hz付近、即ち直流成分および数百Hzの交流成分が40 dB程度減衰していることに加え、50 MHz前後までの交流成分が10 dB程度減衰していることがわかる。つまり、静電気保護回路20aによるHPFの効果が現れていることが、この測定においても確認された。また、図12(A)に示す測定結果は、静電気保護回路40a単体に静電気を印加した場合における静電気信号レベルの周波数分布特性である。これと図12(B)とを比較すると、静電気保護回路20aによる結果(図11(A))と同様、直流成分および数百Hzの交流成分が40 dB程度減衰している。またこの静電気保護回路40aによると、2 MHz～300 MHzまで周波数の交流成分においても静電気保護回路20aによる結果(図11(A))に較べて減衰していることがわかる。これは、静電気保護回路40aによるBPFの方が、静電気保護回路20aによるHPFよりも挿入損失が大きいことの現れであり、その分、静電気の通過を阻止できることが確認された。

【0038】以上説明したように、本実施形態に係る静電気保護回路20aを適用したアンテナスイッチ20によると、アンテナスイッチ20に内蔵される静電気保護回路20aは、アンテナ80が電気的に接続されるアンテナ端子ANT(アンテナ接続側)とスイッチ回路20bの入出力端子Jとの間に接続されるコンデンサC0と、このコンデンサC0のアンテナ端子ANT側に一端側と筐体接地FGとの間に接続されるインダクタL0と、から構成されており、インダクタL0およびコンデンサC0により、携帯電話機の通信周波数よりも少なくとも低い周波数の交流成分および直流成分の通過を阻止する。これにより、アンテナ80側から侵入した静電気を、スイッチ回路20bの前段で筐体接地FG側に逃が素ことができるので、スイッチ回路20bに侵入する静電気を阻止し得る効果がある。

【0039】

【発明の効果】請求項1の発明では、移動体通信機のアンテナに接続される回路モジュールのアンテナ接続側とこの回路モジュール内の回路網の信号入出力端子との間に接続されるコンデンサと、このコンデンサのアンテナ接続側の一端側と接地との間に接続されるインダクタとを回路モジュールに内蔵し、これらのインダクタおよびコンデンサにより、移動体通信機の通信周波数よりも少なくとも低い周波数の交流成分および直流成分の通過を阻止する。即ち、回路モジュールに内蔵するインダクタおよびコンデンサによって通信周波数よりも少なくとも低い周波数の交流成分および直流成分の通過を阻止する

ハイパスフィルタを構成する。これにより、アンテナから回路モジュール内に静電気が侵入しても、静電気の直流成分および通信周波数よりも低い周波数の交流成分を、インダクタにより接地側に逃がすとともにコンデンサにより回路モジュールの回路網側への侵入を阻止する。したがって、移動体通信機の小型軽量化を妨げることなくして、回路モジュール内の回路網を静電気から保護し得る効果がある。

【0040】請求項2の発明では、インダクタの接続される接地は、回路網の接地と直流的に絶縁されていることから、インダクタを通して逃げた静電気の直流成分および通信周波数よりも低い周波数の交流成分が、回路網の接地を介して回路網側に回り込むことを防止することができる。したがって、移動体通信機の小型軽量化を妨げることなくして、回路モジュール内の回路網を静電気からより確実に保護し得る効果がある。

【0041】請求項3の発明では、回路モジュールに内蔵されるインダクタおよびコンデンサは、少なくとも移動体通信機の通信信号の通過を許容するバンドパスフィルタの一部を構成することから、このバンドパスフィルタによって通信周波数よりも高い周波数の交流成分の通過をも阻止することができる。したがって、移動体通信機の小型軽量化を妨げることなくして、通信周波数よりも高い周波数の交流成分を持つ静電気からも回路モジュール内の回路網を保護し得る効果がある。

【0042】請求項4の発明では、回路モジュールに内蔵されるインダクタまたはコンデンサの少なくとも一方は、回路モジュールを構成する多層基板の積層構造により構成されることから、これらのインダクタおよびコンデンサを追加したことによる回路モジュール自体の大型化を抑制することができる。したがって、移動体通信機の小型軽量化を妨げることなくして、回路モジュール内の回路網を静電気から保護し得る効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る静電気保護回路を適用したアンテナスイッチの回路図である。

【図2】本実施形態に係るアンテナスイッチを用いる携帯電話機の回路構成を示すブロック図である。

【図3】本実施形態に係るアンテナスイッチの積層状態を示す模式的断面図である。

【図4】本実施形態に係るアンテナスイッチの各層展開状態を示す斜視図である。

【図5】本実施形態に係るアンテナスイッチの各層展開状態を示す斜視図である。

【図6】本実施形態に係るアンテナスイッチに静電気を印加したときの測定系を示す模式図である。

【図7】本実施形態に係るアンテナスイッチの通過特性を示す特性図で、図7(A)は静電気印加前のもの、図7(B)は静電気印加後のものである。

【図8】静電気保護回路を備えないアンテナスイッチの



13

通過特性を示す特性図で、図8(A)は静電気印加前のもの、図8(B)は静電気印加後のものである。

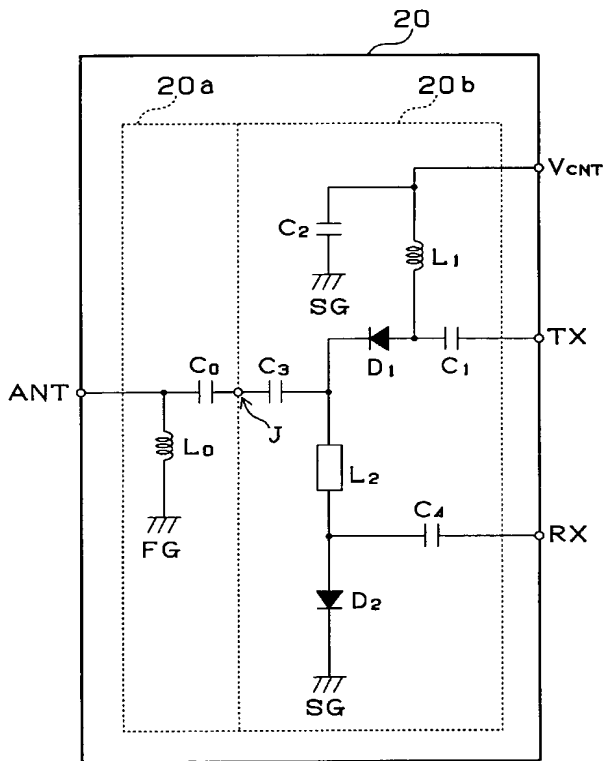
【図9】本実施形態に係る静電気保護回路の変形例で、BPFを構成した場合の回路図である。

【図10】本実施形態に係る静電気保護回路の通過特性を示す特性図で、図10(A)はHPFのもの、図10(B)BPFのものである。

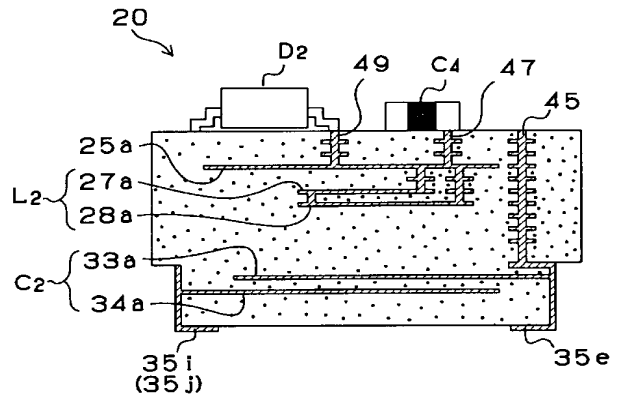
【図11】本実施形態に係る静電気保護回路に静電気を印加した場合における静電気信号レベルの周波数分布特性をスペクトラムアナライザで測定した特性図で、図11(A)はHPFのもの、図11(B)直結(HPFなし)のものである。

【図12】本実施形態に係る静電気保護回路に静電気を印加した場合における静電気信号レベルの周波数分布特性をスペクトラムアナライザで測定した特性図で、図12(A)はBPFのもの、図12(B)直結(BPFなし)のものである。

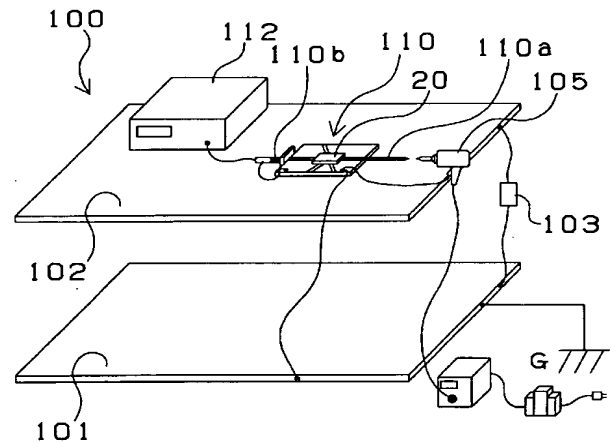
【図1】



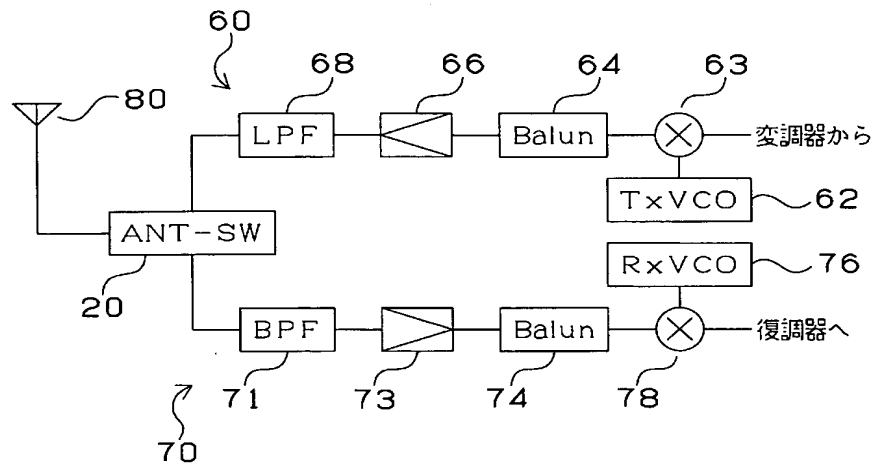
【図3】



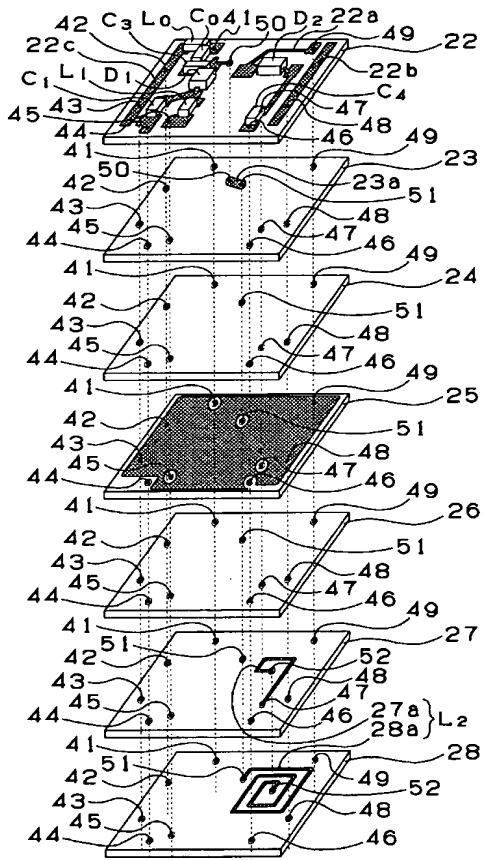
【図6】



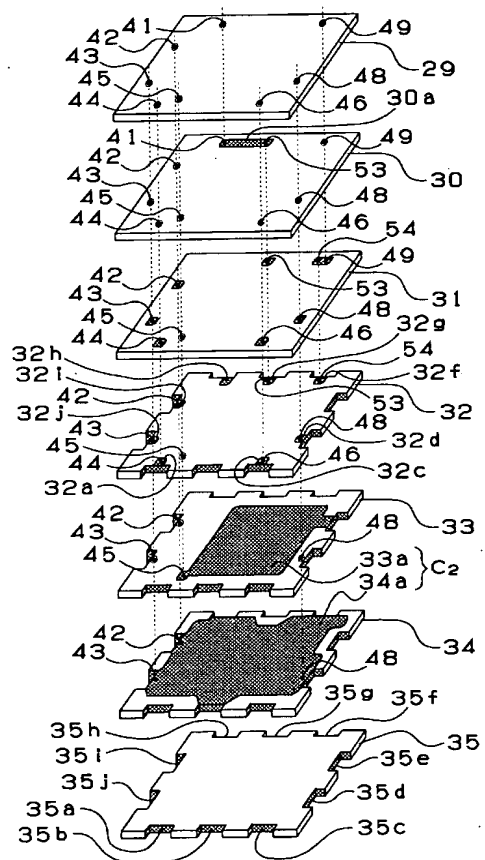
【図2】



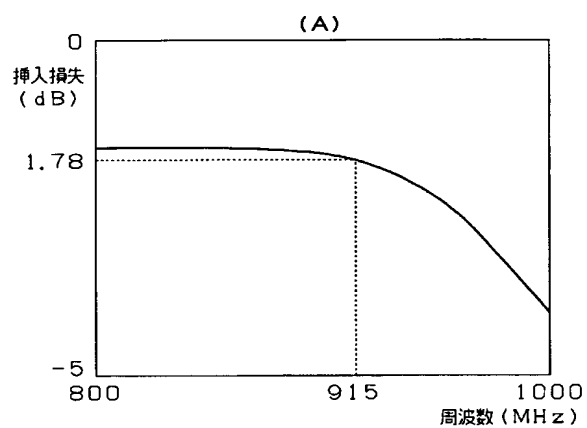
【図4】



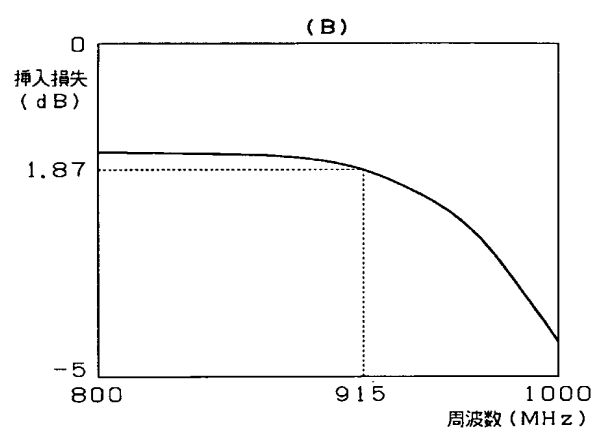
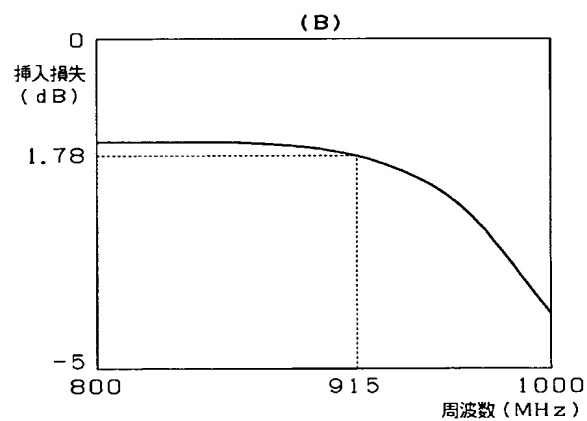
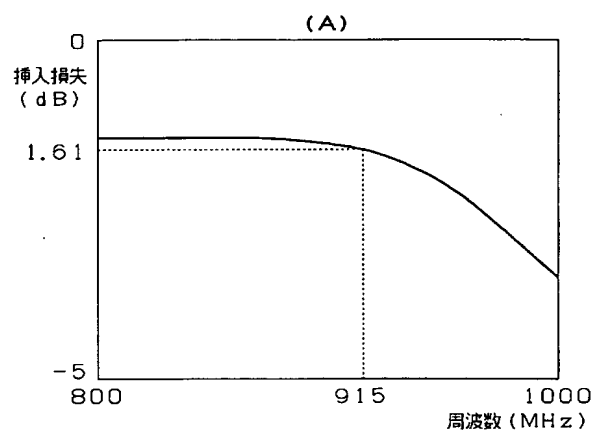
【図5】



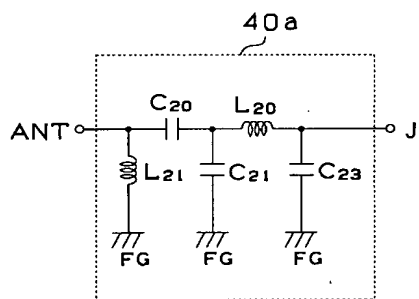
【図7】



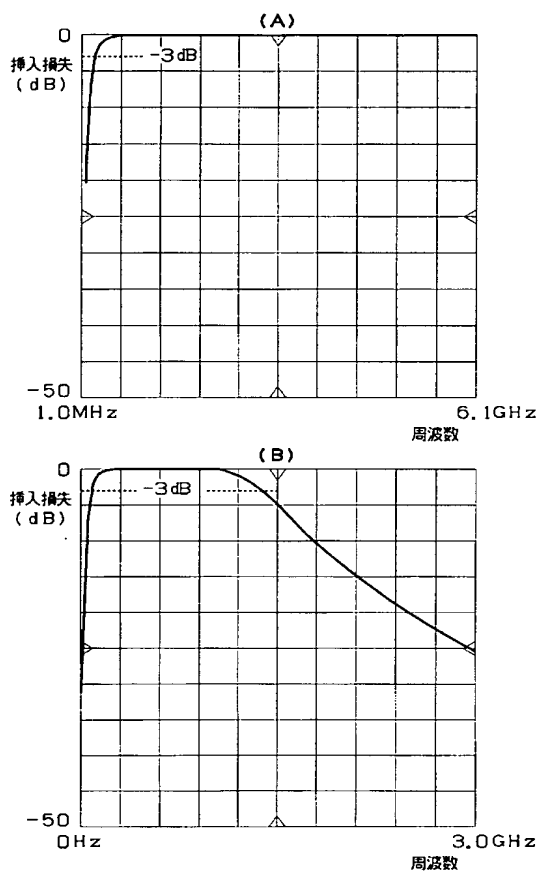
【図8】



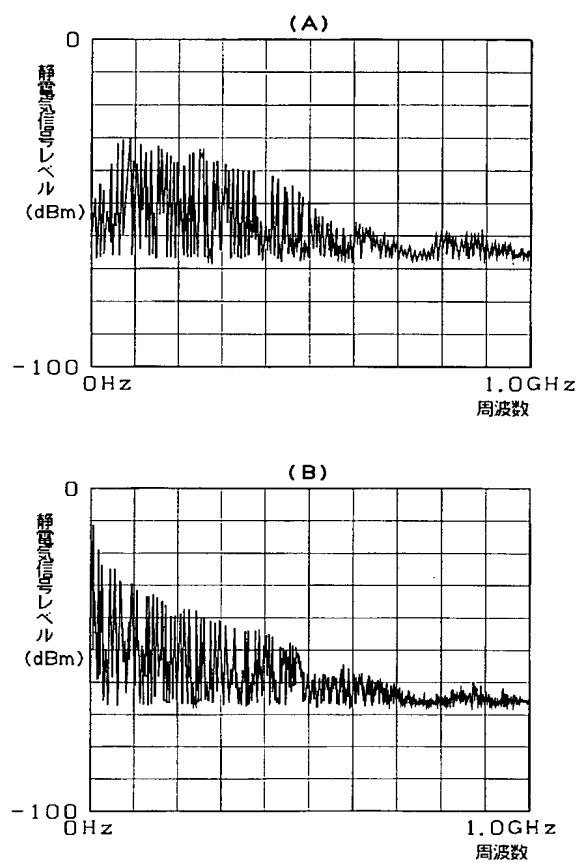
【図9】



【図10】



【図11】



【図 12】

